

Міністерство освіти і науки України

**Національний університет водного господарства
та природокористування**

Кафедра будівельних, дорожніх, меліоративних
сільськогосподарських машин та обладнання

02-01-418

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ



Національний університет
водного господарства
та природокористування

ДО ВИКОНАННЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ
З ДИСЦИПЛІНИ

“Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва”

для студентів за спеціальністю
201 “Агрономія”



Національний університет
водного господарства
та природокористування

Рекомендовано до друку
науково-методичною
комісією за спеціальністю
201 "Агрономія", протокол
№ 8 від 31.05.2018 р.

Рівне – 2018

Методичні вказівки до виконання самостійної роботи з дисципліни “Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва” здобувачами вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за спеціальністю 201 “Агрономія” денної та заочної форм навчання /Сиротинський О.А., Бабич Я.О., Дмишук М.Д., – Рівне: НУВГП, 2018, – 21 с.

Упорядники: Сиротинський О.А., к.т.н., доц. каф. БДМСМіО,
Бабич Я.О., к.т.н., доц. каф. БДМСМіО,
Дмишук М.Д., старший викладач кафедри лісівництва
Надслучанського інституту НУВГП

Відповідальний за випуск: С.В.Кравець, д.т.н., професор, завідувач кафедри БДМСМіО

Вивчення дисципліни “Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва” для студентів за спеціальністю 201 “Агрономія” денної та заочної форм навчання включає курс лекцій, практичні заняття, контрольну та самостійні роботи.

Мета самостійної роботи - закріпити отримані теоретичні знання та практичні навички, які б дозволили ефективно використовувати теоретичні положення та набуті практичні навички з питань механізації, електрифікації та автоматизації сільськогосподарського виробництва.

ЗМІСТ

Вступ	3
1. Загальні методичні рекомендації до вивчення дисципліни	3
2. Тематичний зміст курсу	4
3. Самостійна робота	5
4. Індивідуальні завдання для виконання самостійної роботи	6
4.1. Вихідні дані	6
4.2. Методичні вказівки до виконання самостійної роботи	10
4.3. Визначення схеми розміщення робочих органів і способів їх кріплення до рами	12
Література	20
Додатки	21

© Сиротинський О.А., Бабич Я.О.,
Дмишук М.Д., 2018
© НУВГП, 2018

ВСТУП

Дисципліна “Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва” є невід’ємним складником формування професійної компетентності студентів. Програма дисципліни передбачає комплексне вивчення питань механізації, електрифікації та автоматизації сільськогосподарського виробництва.

В зв'язку з вивченням даного курсу створюється можливість використання отриманих знань і практичних навичок в магістерській роботі.

1. ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Самостійна робота студентів над дисципліною “Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва” розпочинається з вивчення методичних вказівок. При цьому з викладачем уточнюється перелік рекомендованої літератури. Програмний матеріал рекомендується вивчати в тій послідовності, що передбачена методичними вказівками.

Після вивчення теоретичного курсу виконується самостійна робота, яка захищається на кафедрі.

Орієнтовні затрати часу, необхідні для вивчення тем дисципліни та для виконання самостійної роботи, приведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Норми навчального часу на вивчення курсу дисципліни, год.

Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.	го	л	п	лаб	інд.	с.р.
Тема 1. Предмет, завдання та метод курсу. З'єднання деталей та передачі	10	2	2	-	-	6	10	-	2	-	-	8
Тема 2. Силові установки та механізми загального призначення.	10	2	2	-	-	6	10	2	2	-	-	6
Тема 3. Трактори та автомобілі. Системи керування.	10	2	2	-	-	6	10	-	2	-	-	8
Тема 4. Навісні плуги. Лушпильники. Борони. Котки. Зчіпки. Культиватори.	10	2	2	-	-	6	10	-	-	-	-	10
Тема 5. Машини для приготування, завантаження та внесення добрив. Тракторні причеми.	10	2	2	-	-	6	10	-	-	-	-	10

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд.	с.р.
Тема 6. Зернотукові сівалки. Пневматичні, бурякові та овочеві сівалки.	10	2	2	-	-	6	10	-	-	-	-	10
Тема 7. Картоплесаджалки. Розсадосадильні машини. Машини для захисту рослин. Машини для заготівлі кормів	10	2	2	-	-	6	10	-	-	-	-	10
Тема 8. Машини для скошування зернових культур. Зернозбиральні комбайни.	10	2	2	-	-	6	10	-	-	-	-	10
Тема 9. Джерела струму. Силові електричні установки	10	2	2	-	-	6	10	-	-	-	-	10
Усього годин	90	18	18	-	-	54	90	2	8	-	-	110



та природокористування

2. ТЕМАТИЧНИЙ ЗМІСТ КУРСУ

Тема 1. Предмет, завдання та метод курсу. З'єднання деталей та передач.

Вступ. Системи обробки ґрунту, агротехнічні вимоги. Поняття про машину, механізм, складову одиницю, основні конструктивні елементи машин. Основні техніко-експлуатаційні показники машин. Види продуктивності машин. Основні відомості про різні та нерозні з'єднання. Основні відомості про передачі. Конструктивні різновидності передач: зубчаста, черв'ячна, ланцюгова, пасова, фрикційна. Загальні відомості про вали й осі. Підшипники, їх класифікація. Муфти передач. Гідравлічні передачі.

Література: 1, 2, 3, 4.

Тема 2. Силові установки та механізми загального призначення.

Призначення і класифікація силового обладнання машин, переваги і недоліки. Загальна будова та принцип роботи карбюраторного та дизельного двигуна. Види ходового обладнання. Гусеничне і пневмоколісне ходове обладнання, загальна будова і область застосування.

Література: 1, 2, 3, 5.

Тема 3. Трактори та автомобілі. Системи керування.

Класифікація і типи гусеничних і пневмоколісних тракторів. Клас трактора, загальна будова, основні параметри. Класифікація і основні параметри автомобілів. Загальна будова. Загальні відомості, призначення, класифікація систем керування. Принцип роботи основних систем керування: механічної, гідравлічної, пневматичної.

Література: 1, 2, 3, 4.

Тема 4. Навісні плуги. Лушильники. Борони. Котки. Зчіпки. Культиватори.

Види оранки. Призначення і класифікація плугів. Загальна будова плугів та їх робочий процес. Робочі органи плуга. Допоміжні частини плуга. Дискові лушильники. Борони. Котки. Зчіпки. Робочі органи культиваторів. Культиватори для суцільного та міжрядного обробітку.

Література: 1, 2, 3, 4, 5.

Тема 5. Машини для приготування, завантаження та внесення добрив. Тракторні причеи.

Будова і робота машин для подрібнення мінеральних добрив. Машини для розкидання органічних добрив. Машини для внесення рідких добрив. Машини для завантаження та розвантаження мінеральних та органічних добрив. Призначення і типи причепів. Будова тракторних причепів.

Література: 1, 2, 3, 4, 5.

Тема 6. Зернотукові сівалки. Пневматичні, бурякові та овочеві сівалки.

Класифікація сівалок. Робочий процес і робочі органи рядкових сівалок. Будова зернотукових сівалок. Будова сівалок для сівби кукурудзи. Будова бурякових сівалок. Будова овочевих сівалок.

Література: 1, 2, 3, 4, 6.

Тема 7. Картоплесаджалки. Розсадосадильні машини. Машини для захисту рослин. Машини для заготівлі кормів

Будова картоплесаджалок. Будова розсадосадильних машин. Протруювачі насіння. Способи протруювання насіння. Обприскувачі. Обпилювачі. Машини для приготування робочих рідин і заправки обприскувачів. Способи збирання трав на сіно, сінаж, трав'яне борошно.

Література: 1, 2, 3, 4, 5, 6.

Тема 8. Машини для скошування зернових культур. Зернозбиральні комбайни. Картоплезбиральні машини. Кукурудозбиральні машини. Бурякозбиральні машини. Машини для збирання врожаю овочевих культур

Способи збирання зернових культур. Класифікація жаток. Будова і робота жаток. Зернозбиральні комбайни. Загальні відомості. Будова, робочий процес і технічна характеристика. Будова й робота картоплекопачів. Картоплезбиральні комбайни. Силосозбиральні комбайни. Машини для збирання кукурудзи на зерно. Коренезбиральна самохідна машина КС-6Б. Класифікація машин для збирання овочевих культур. Машини для збирання коренеплодів. Цибулезбиральні машини. Капустозбиральні машини. Томатозбиральний комбайн.

Література: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7.

Тема 9. Джерела струму. Силіві електричні установки

Генератори постійного та змінного струму. Призначення та область застосування електричних двигунів змінного та постійного струму.

Література: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8.

3. САМОСТІЙНА РОБОТА

Самостійна робота студентів передбачена як засіб оволодіння навчальним матеріалом у вільний від аудиторних занять час. Така робота виконується на основі вивчення студентом нормативно-законодавчої, навчальної та періодичної фахової літератури. Під час самостійної роботи студенти здійснюють підготовку до практичних занять, контрольних заходів, модулів.

Назви змістових модулів і тем		Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	Тема 1. Предмет, завдання та метод курсу. З'єднання деталей та передачі	6	8
2	Тема 2. Силові установки та механізми загального призначення.	6	6
3	Тема 3. Трактори та автомобілі. Системи керування.	6	8
4	Тема 4. Навісні плуги. Лушильники. Борони. Котки. Зчіпки. Культиватори.	6	10
5	Тема 5. Машини для приготування, завантаження та внесення добрив. Тракторні причеви.	6	10
6	Тема 6. Зернотукові сівалки. Пневматичні, бурякові та овочеві сівалки.	6	10
7	Тема 7. Картоплесаджалки. Розсадосадильні машини. Машини для захисту рослин. Машини для заготівлі кормів	6	10
8	Тема 8. Машини для скошування зернових культур. Зернозбиральні комбайни.	6	10
9	Тема 9. Джерела струму. Силові електричні установки	6	10
Усього годин		54	82

4. ІНДИВІДУАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ ДЛЯ ВИКОНАННЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

4.1. ВИХІДНІ ДАНІ

Вихідними даними для виконання самостійної роботи є: тип культиватора (причіпний, начіпний); клас трактора, з яким він агрегується; глибина (мінімальна і максимальна) обробітку ґрунту; тип ґрунту (легкий, середній, важкий), для якого він призначений (табл. 1).

Національний університет
водного господарства
з гідроекологією

Таблиця 1.

Вихідні дані для розрахунку культиваторів

Варіант	Тип культиватора	Клас трактора, з яким він агрегується	Глибина обробітку, мм		Максимальна робоча швидкість, м/с	Тип ґрунту
			мін.	макс.		
1	2	3	4	5	6	7
1	Причіпний	1.4	7	14	2.2	Легкий
2	Причіпний	3	8	14	2.2	Легкий
3	Начіпний	1.4	7	14	2.2	Легкий
4	Начіпний	3	8	14	2.2	Легкий
5	Начіпний плоскоріз	3	8	20	2.2	Середній

1	2	3	4	5	6	7
6	Начіпний плоскоріз	5	15	30	2.2	Важкий
7	Причіпний	1.4	6	12	2.2	Важкий
8	Причіпний	3	8	12	2.2	Важкий
9	Начіпний	1.4	6	12	2.2	Важкий
10	Начіпний	3	8	12	2.2	Важкий
11	Причіпний	1.4	7	12	2.2	Важкий
12	Причіпний	3	6	14	2.2	Важкий
13	Начіпний	1.4	7	18	2.2	Важкий
14	Начіпний	3	8	18	2.2	Важкий
15	Начіпний плоскоріз	3	7	18	2.2	Важкий
16	Начіпний плоскоріз	5	15	30	2.2	Важкий
17	Причіпний	1.4	7	16	2.8	Важкий
18	Причіпний	3	8	18	2.8	Важкий
19	Начіпний	1.4	6	16	2.8	Середній
20	Начіпний	3	6	16	2.8	Середній
21	Начіпний	2	7	18	2.8	Середній
22	Причіпний	2	7	16	2.8	Середній
23	Начіпний	1.4	6	18	2.8	Легкий
24	Начіпний	3	7	18	2.8	Легкий
25	Начіпний	5	8	18	2.8	Легкий
26	Причіпний	5	10	18	2.8	Важкий
27	Причіпний плоскоріз	3	7	20	2.2	Важкий
28	Начіпний	2	4	16	2.8	Важкий

Таблиця 2.

Коефіцієнт опору перекочуванню коліс

Умови перекочування	Тип коліс	
	зі сталевими ободами	з пневматичними шинами
Асфальт	0,015	0,02
Стерня	0,015	0,10
Оранка злежана	0,16	0,12
Поле свіжо виоране	0,22	0,16

Таблиця 3.

Характеристика тракторних зчіпок

Марка зчіпки	Робоча ширина, м	Клас тракторів, з яким агрегатується	Маса, кг
СП-16А	16	3 - 5	2360
СП-11А	12	3	1110
СН-75	12	3	1500
С-11У	12	1,4	750

Основні параметри культиваторних лап

Тип культиваторної лапи	Основні параметри			
	Кут розхилу лапи 2φ , град.	Кут нахилу грудей α , град.	Виліт носка лапи L , мм	Ширина захвату b , мм
Універсальні стрілочасті	60 - 68	13 - 16		220 - 330
Плоскорізальні стрілочасті	60 - 70	6		145 - 290
Розпушувальні долотоподібні	-	40	110 - 205	20
Розпушувальний пружний зуб		90	180 - 236	25



Національний університет
водного господарства
та природокористування

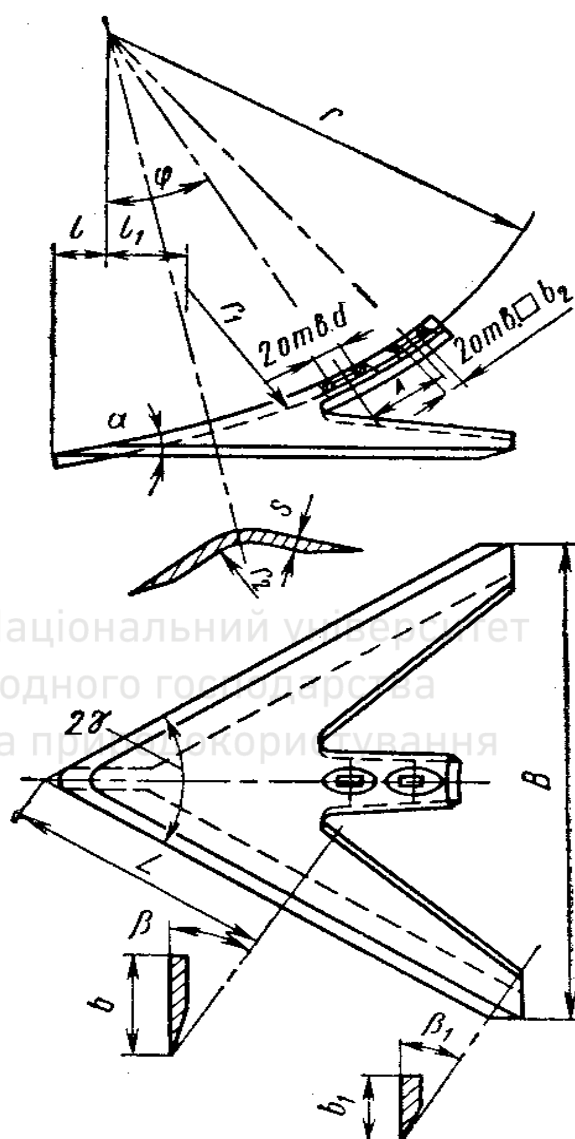


Рис. 1. Культиваторна лапа

Основні параметри жорстких стояків культиваторних лап

Параметри	Типорозмір				
	1	2	3	4	5
Стояки для кріплення полільних одnobічних лап					
Висота H , мм	192	266	284	326	113
Ширина b , мм	36	36	45	45	64
Товщина S , мм	10	10	12	12	8
Маса m , кг	0,54	1,1	1,2	1,38	0,4
Стояки для кріплення стрілочастих лап з хвостовиками					
Висота H , мм	400	400	440	440	460
Виліт носка L , мм	170	170	170	170	170
Ширина b , мм	14/30	14/30	14/30	14/30	14/30
Товщина S , мм	45	45	45	45	45
Стояки для кріплення універсальних та розпушувальних лап					
Виліт носка L , мм	121	128	95	121	121
Кут установки, град.	45	45	52	45	45
Пружні стояки					
Висота H , мм	615	450	440	-	-
Виліт носка L , мм	-330	-(20 - 60)	0		
Радіус вигину стояка, мм	338	-	230		

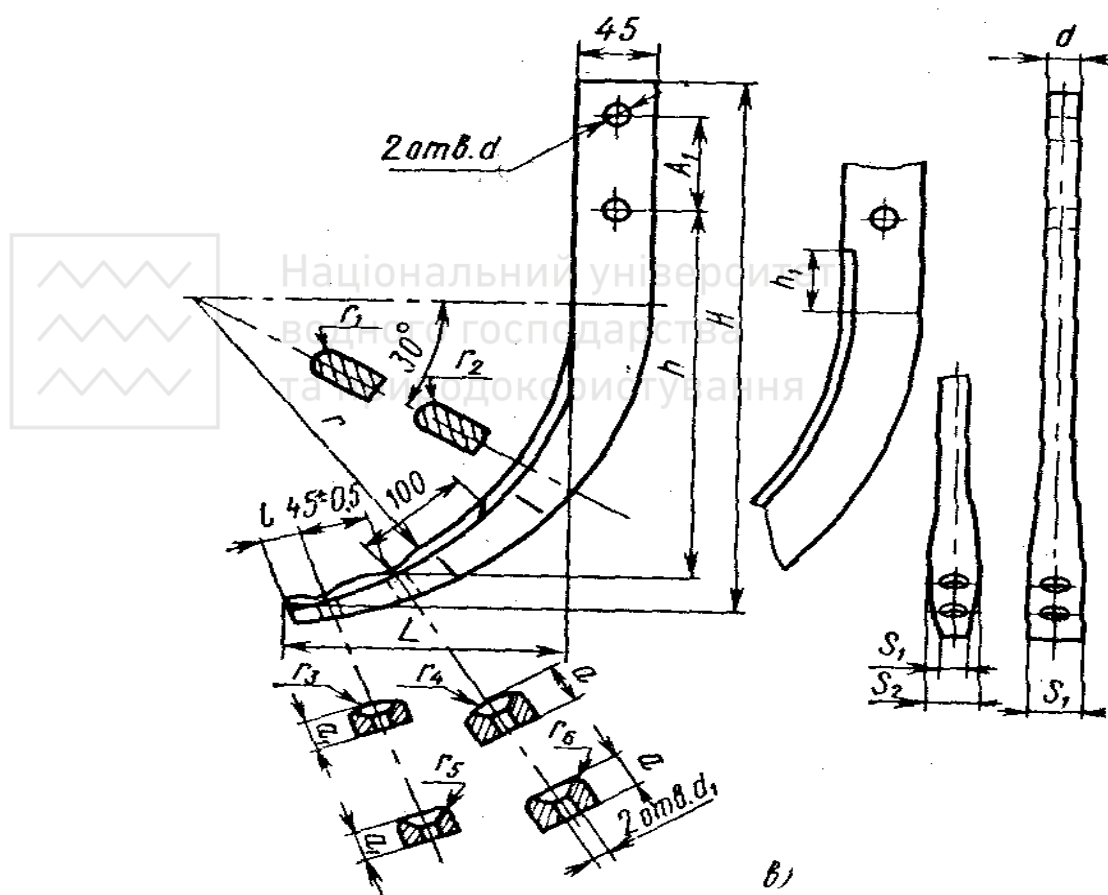


Рис. 2. Жорсткий стояк культиваторної лапи

4.2. МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

4.2.1. Вступ

Обґрунтувати актуальність теми **курсової** роботи, відзначити важливість суцільного обробітку ґрунту культиваторами, його значення у вирощуванні сільськогосподарських культур і строки виконання. Показати значення курсової роботи у виконанні завдань, що стоять перед сільськогосподарським виробництвом, вказати її мету і завдання [2, 5].

4.2.2. Характеристика ґрунту як об'єкта обробітку

Навести фізико-механічні та технологічні властивості того типу ґрунту, для обробітку якого проектується культиватор.

Доцільно розглянути такі основні властивості ґрунту: вологість, щільність (об'ємна маса), коефіцієнт тертя (кут тертя) по різних матеріалах, кут сколювання, твердість ґрунту, питомий опір обробітку.

Матеріал цього розділу доцільно подати у вигляді тексту і таблиць [5,7,9,10].

4.2.3. Агротехнічні вимоги до культиваторів для суцільного обробітку ґрунту

Навести агротехнічні вимоги до культиваторів для суцільного обробітку ґрунту, виходячи з даних науки і передових методів використання сільськогосподарської техніки з урахуванням агротехніки обробітку ґрунту. Вимоги необхідно чітко сформулювати окремими пунктами.

Наведені пункти агротехнічних вимог повинні бути покладені в основу розробки нової конструкції культиватора [1,3,10].

4.2.4. Обґрунтування, розрахунок та проектування культиватора

4.2.4.1. Визначення ширини захвату культиватора

Розрахункову ширину захвату культиватора визначають, виходячи з тягового зусилля трактора на відповідній швидкості руху, за формулою [10,11]:

$$B = \frac{P_T}{k} \eta, \quad (4.1)$$

де B - розрахункова ширина захвату культиватора, м;

P_T - тягове зусилля трактора при роботі на заданій швидкості, Н;

k - питомий опір ґрунту роботі культиватора, Н/м;

η - коефіцієнт використання тягового зусилля трактора, $\eta = 0.8 - 0.95$.

При визначенні робочої ширини захвату культиватора необхідно врахувати, що в більшості випадків, одночасно з культивацією проводиться і боронування ґрунту. Тому питомий опір ґрунту роботі культиватора k становить:

$$k = k_k + k_{\delta} + k_n, \quad (4.1)$$

де k_k - питомий опір ґрунту при культивації, Н/м;

k_{δ} - питомий опір ґрунту при боронуванні, Н/м;

k_n - питомий опір ґрунту при перекошуванні колес культиватора, Н/м.

Розрахункова ширина захвату культиватора визначається окремо для мінімальної та максимальної глибин обробітку ґрунту (B_{min} , B_{max}), наведених в індивідуальному завданні кожного студента.

4.2.5. Опис будови і техніко-експлуатаційні показники запроектованого культиватора

Цей розділ розрахунково-пояснювальної записки є заключною частиною розробки курсової роботи. В ньому необхідно подати опис будови культиватора, а також вказати основні техніко-експлуатаційні показники спроектованого культиватора, такі як: спосіб агрегаткування, ширина захвату, можливі робочі та транспортні швидкості, продуктивність, кількість обслуговуючого персоналу та інші.

Навести основні положення самостійної роботи, коротко вказати на особливості розробленої конструкції культиватора, які нові досягнення науки і техніки використано, та його переваги перед відомими конструкціями. Якщо в роботі є розробки, що носять новизну, вказати шляхи їх реалізації у виробництво.

При визначенні робочої ширини захвату культиватора необхідно пам'ятати, що частина тягового зусилля трактора витрачається на переміщення культиватора по полю (на колісний хід культиватора). Ці витрати визначаються з умови, що питома маса культиватора становить 150 - 200 кг на кожен метр ширини його захвату. Коефіцієнт опору перекочуванню по злежаній оранці для коліс із сталевим ободом становить 0,16, а для коліс із пневматичними шинами – 0,12. По свіжозораному полю – відповідно 0,22 і 0,16.

Тоді витрата тягового зусилля на перекочування по полю колісного ходу культиватора визначиться за виразом:

$$R = k_n mg, \quad (4.2)$$

де R – тягове зусилля на перекочування культиватора, Н;

k_n – коефіцієнт опору перекочуванню;

m – розрахункова маса культиватора, кг.

g – прискорення вільного падіння, $g = 9,8 \text{ м/с}^2$.

Витрати тягового зусилля трактора на переміщення культиватора по полю (тяговий опір його переміщенню) визначають для максимальної і мінімальної розрахункової ширини захвату культиватора.

Робочу ширину захвату культиватора з урахуванням тягового опору переміщенню його по полю визначають за залежністю:

$$B_p = \frac{P_T - R}{k} \eta, \quad (4.3)$$

де B_p – розрахункова ширина захвату культиватора з урахуванням опору ґрунту переміщенню його по полю, м.

Після проведення обчислень, врахувавши умови роботи культиватора (тип ґрунту, робочу швидкість, клас трактора та інше), приймають остаточно робочу ширину захвату культиватора B_k для мілкого та глибокого обробітку ґрунту.

У випадку, коли прийнята ширина захвату для причіпних культиваторів з шарнірною системою кріплення робочих органів до рами перевищує 4,0 – 4,2 м, а культиваторів-глибокорозпушувачів – 3,5 м, то доцільно агрегувати з трактором одночасно декілька культиваторів відповідно з шириною захвату 4,2 і 3,5 м.

У начіпних культиваторів при ширині захвату більше 4,0 – 4,2 м, а культиваторів-розпушувачів – 3,5 м доцільно застосовувати шарнірну секційну раму. В цьому випадку подальше проектування достатньо вести для одного культиватора з прийнятою шириною захвату і системою кріплення робочих органів до рами, а техніко-економічні показники необхідно визначати для всього агрегату.

4.2.6. Вибір типу і параметрів робочих органів

Основними робочими органами, що застосовуються для суцільного обробітку ґрунту на культиваторах, є полільні та розпушувальні лапи. Вибір типу лап залежить від завдання та глибини обробітку ґрунту, а також типу стояків, на яких закріплена лапа. При глибині обробітку до 12 см звичайно використовують полільні універсальні стрілчасті лапи, а при більшій глибині - розпушувальні.

У самостійній роботі необхідно окремо підбирати лапи для мінімальної і максимальної глибини обробітку. При виборі лап та їх стояків, а також при визначенні їх параметрів доцільно користуватися стандартом на лапи і стояки культиваторів ГОСТ 1343-82 [4,8,11]. Основні параметри деяких типів лап і стояків наведені в додатках 5 і 6.

4.3. Визначення схеми розміщення робочих органів і способів їх кріплення до рами

4.3.1. Схема розміщення полільних лап

Полільні лапи до рами культиватора закріплюються у два ряди (за ходом) з перекриттям, виходячи з умов забезпечення повноти підрізування бур'янів і запобігання забиванню простору між лапами грудками ґрунту та рослинними рештками.

Відстань між рядами лап по ходу культиватора визначають із залежності [10,11]:

$$L_n = \frac{b}{\operatorname{tg}[90 - (\gamma + \varphi)]}, \quad (4.4)$$

де L_n - відстань між рядами лап по ходу культиватора, мм;

b - ширина захвату окремої лапи, мм;

γ - половина кута розхилу леза лапи, град.;

φ - кут тертя ґрунту по сталі, $\varphi \approx 25^\circ$.

Практикою встановлено, що оптимальна відстань між рядами лап по ходу культиватора знаходиться в межах 500 - 600 мм.

Довжину коліна осі коліс визначають із залежності [10]:

$$l_{oc} = \frac{H + H_n - \left(a + \frac{D}{2}\right)}{\cos \beta}, \quad (4.5)$$

де H_n - висота підшипника коліна осі колеса, мм;

a - максимальна глибина обробітку, мм;

D - діаметр колеса, мм;

β - кут, утворений коліном осі з вертикаллю в робочому положенні культиватора (β не більше 85°).

Висоту підшипника H_n визначають за виразом [10]:

$$H_n = \frac{m + d_o}{2} + (15 \dots 20), \quad (4.6)$$

де m - висота профілю рами, мм;

d_o - діаметр осі коліна, мм.

Маючи всі ці параметри, на компоновочну схему наносять колеса і місця їх кріплення до рами.

При розробці компоновочної схеми причіпного культиватора, опираючись на існуючі конструкції, на схему наносять сницю та кінематичну схему механізму піднімання і опускання робочих органів за допомогою гідроциліндра, а також показують місце приєднання задньої частини повідків до рами.

При розробці компоновочної схеми начіпного культиватора, опираючись на відомі конструкції, на схему наносять начіпний пристрій та кінематичну схему механізму приєднання задньої частини повідків до рами. Якщо рама складається з кількох секцій, то необхідно показати механізм піднімання і опускання робочих органів середньої секції і механізм переведення крайніх секцій у транспортне положення.

На другому листі відповідно до завдання накреслити в масштабі схему деформації ґрунту розпушувальними лапами та схему розміщення полільних лап з нанесенням розмірів. Крім цього, накреслити одну із удосконалених складальних одиниць спроектованого культиватора (кріплення стояка лапи до повідка, шарнірного з'єднання секцій начіпного культиватора, підшипника коліна осі колеса, замка автозчіпки, причепа культиватора до трактора та інше) і одну із удосконалених деталей.

де l_k - відстань від носків переднього ряду лап до проекції осі колеса на площину лез переднього ряду лап, мм;

a - максимальна глибина обробітку ґрунту лапами, мм;

α - кут нахилу грудей лапи, град.;

φ - кут тертя ґрунту по сталі, град.;

h' - величина, що враховує вдавлювання колеса в ґрунт, $h' = 60 - 100$ мм.

Основною умовою, якою слід керуватися при визначенні поперечного розміщення лап, є забезпечення підрізування бур'янів на всій ширині захвату культиватора, для чого лапи розміщують з деяким перекриттям (рис.4), значення якого визначають із залежності [10,11]:

$$c = L_n \operatorname{tg} \delta, \quad (4.7)$$

де c - значення перекриття зони дії лап, мм;

L_n - відстань між рядами лап по ходу культиватора, мм;

δ - кут відхилення культиватора від прямолінійного руху, $\delta = (7^\circ - 9^\circ)$.

При виборі значення перекриття необхідно враховувати конструкцію системи кріплення лап до рами культиватора. Якщо лапи кріпляться до рами культиватора на довгих індивідуальних повідках, то перекриття береться більшим (60 – 80 мм) порівняно із секційною або поперечно рамною системою кріплення (40 – 60 мм).

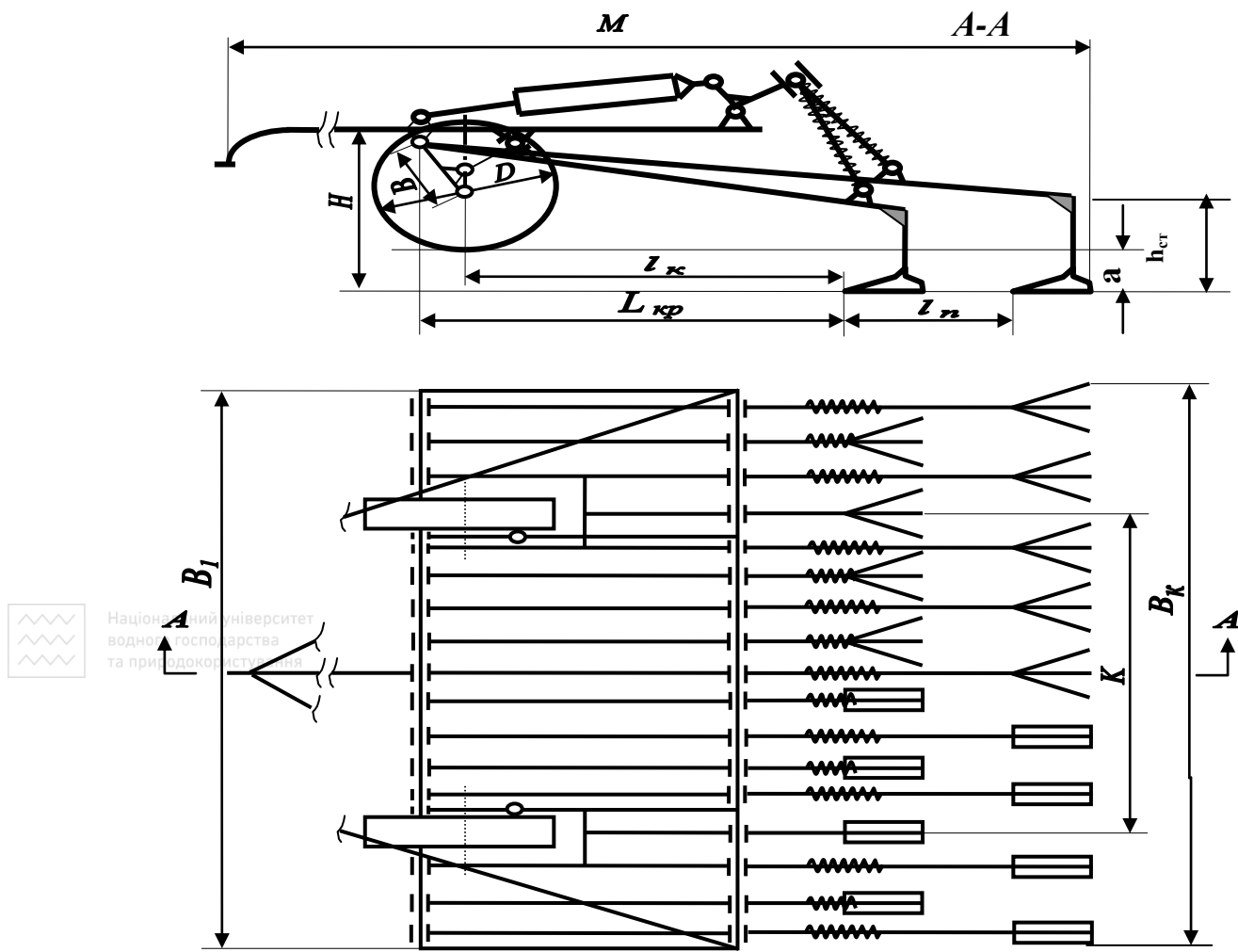
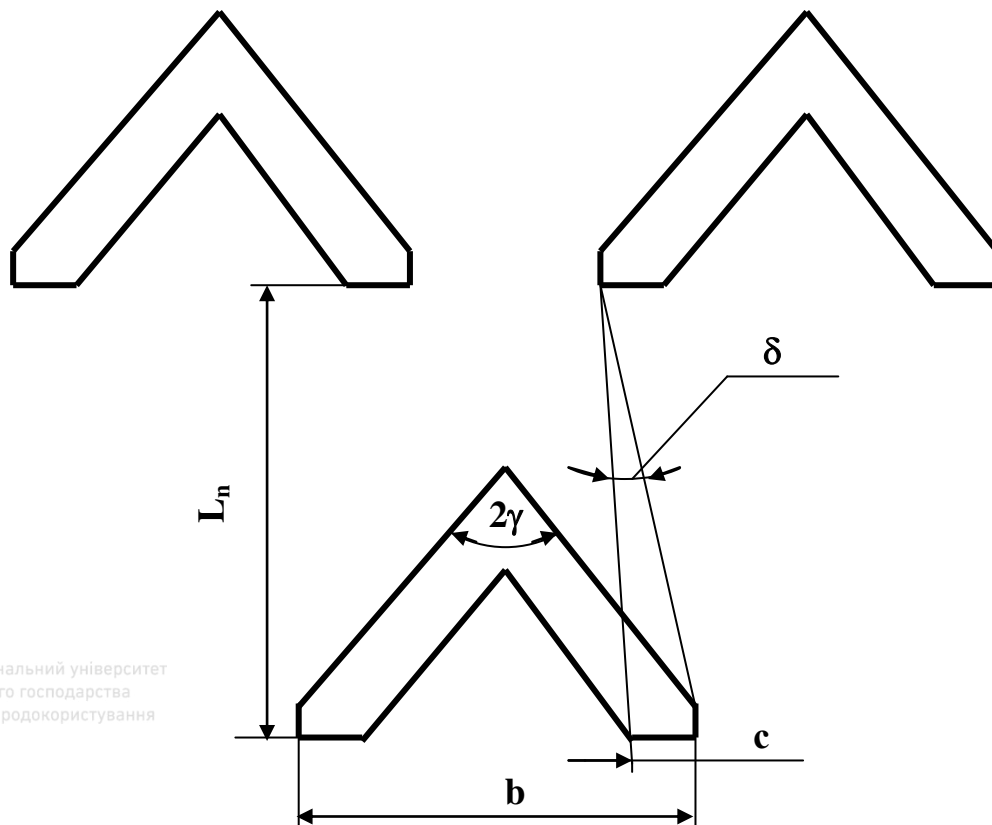


Рис. 3. Компоновочна схема культиватора



Національний університет
водного господарства
та природокористування



9

Рис. 4. Схема розміщення полільних лап культиватора: L_n - відстань між рядами лап по ходу культиватора; b - ширина захвату лапи; 2γ - кут розхилу леза лапи; c - значення перекриття зон дії лап; δ - кут відхилення культиватора від прямолінійного руху.

4.3.2. Визначення кількості полільних лап

Кількість полільних лап n , якщо вони мають однакову ширину захвату, визначають із залежності [10,11]:

$$n = \frac{B_k - c}{b - c}, \quad (4.8)$$

де B_k - прийнята ширина захвату культиватора, мм;

b - ширина захвату вибраної лапи, мм;

c - перекриття лап, мм.

Після розрахунку кількості полільних лап необхідно вказати прийняту загальну кількість лап, якими буде комплектуватися культиватор.

Часто культиватори для важких умов роботи комплектують лапами, різними за шириною. В передньому ряду встановлюють лапи з меншою шириною захвату, ніж у задньому. В цьому випадку кількість лап у передньому ряду визначають із залежності:

$$n_1 = \frac{B_k - b_2 - c}{b_1 + b_2 - 2c}, \quad (4.9)$$

де n_1 - кількість лап у передньому ряду, шт.;

b_1 - ширина захвату лапи переднього ряду, мм;

b_2 - ширина захвату лапи заднього ряду, мм.

Після обчислення приймають цілу величину кількості лап переднього ряду, заокруглюючи до більшого значення.

Кількість лап заднього ряду беруть більшою на одиницю:

$$n_2 = n_1 + 1,$$

де n_2 - кількість лап у задньому ряду.

Після цього визначають загальну кількість полільних лап на культиваторі.

4.3.3. Обґрунтування та проектування компоновочної схеми культиватора

Компоновочна схема культиватора розробляється, виходячи із аналізу розглянутих у огляді конструкцій культиваторів для суцільного обробітку ґрунту, виконаних розрахунків та прагнення до максимальної уніфікації запроектованого культиватора з існуючими конструкціями.

Схему наносять на лист розміром 594x841 мм (формат А1) у двох проекціях у певному масштабі.

Побудову компоновочної системи починають з креслення в тонких лініях схеми рами культиватора у двох проекціях (рис. 5). Ширину рами можна вибирати дещо меншою за прийняту ширину захвату культиватора.

Після цього вибирають місце шарнірного приєднання передньої частини повідків (гряділів) до рами культиватора, виходячи із конструктивних міркувань, враховуючи, що культиватор повинен мати мінімальні масу і габарити. Тобто шарнірне приєднання передньої частини повідків доцільно розміщувати на передньому поперечному брусі.

Знаючи висоту H розміщення шарнірного кріплення повідка від площини леза лапи в робочому положенні та відстань $L_{кр}$ від проекції шарніра на площину лез лап до носка передньої лапи, а також параметри лап і їх стояків, наносять на схемі повідки передніх лап і самі лапи [4, 11].

Задні лапи і повідки наносять на схему за даними проведених обчислень відстані між рядами лап та розмірами стояків і лап.

На компоновочній схемі доцільно було б на одній половині проекції культиватора (вид зверху) розмістити полільні лапи, а на другій – розпушувальні. Це необхідно зазначити на кресленні схеми.

Потім вибирають конструкцію опорних коліс і місце їх розташування. Ширину колії K опорних коліс при їх розміщенні всередині рами вибирають залежно від ширини захвату культиватора:

$$\text{при } B_k = 2,0 - 2,8 \text{ м} \quad K \approx 1/2 B_k,$$

$$\text{при } B_k = 2,8 - 4,2 \text{ м} \quad K \approx 1/3 B_k.$$

Розміщуються колеса перед переднім рядом лап на відстані, яку визначають із залежності [10]:

$$l_k \geq 2a \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi) + h', \quad (4.10)$$

Для жорсткої системи кріплення робочих органів рекомендується приймати $H = 500 \dots 650$ мм, а $L_{кр} > 2H$ (значення H визначається відносно нижньої точки навіски культиватора на трактор) [1,5,10,11].

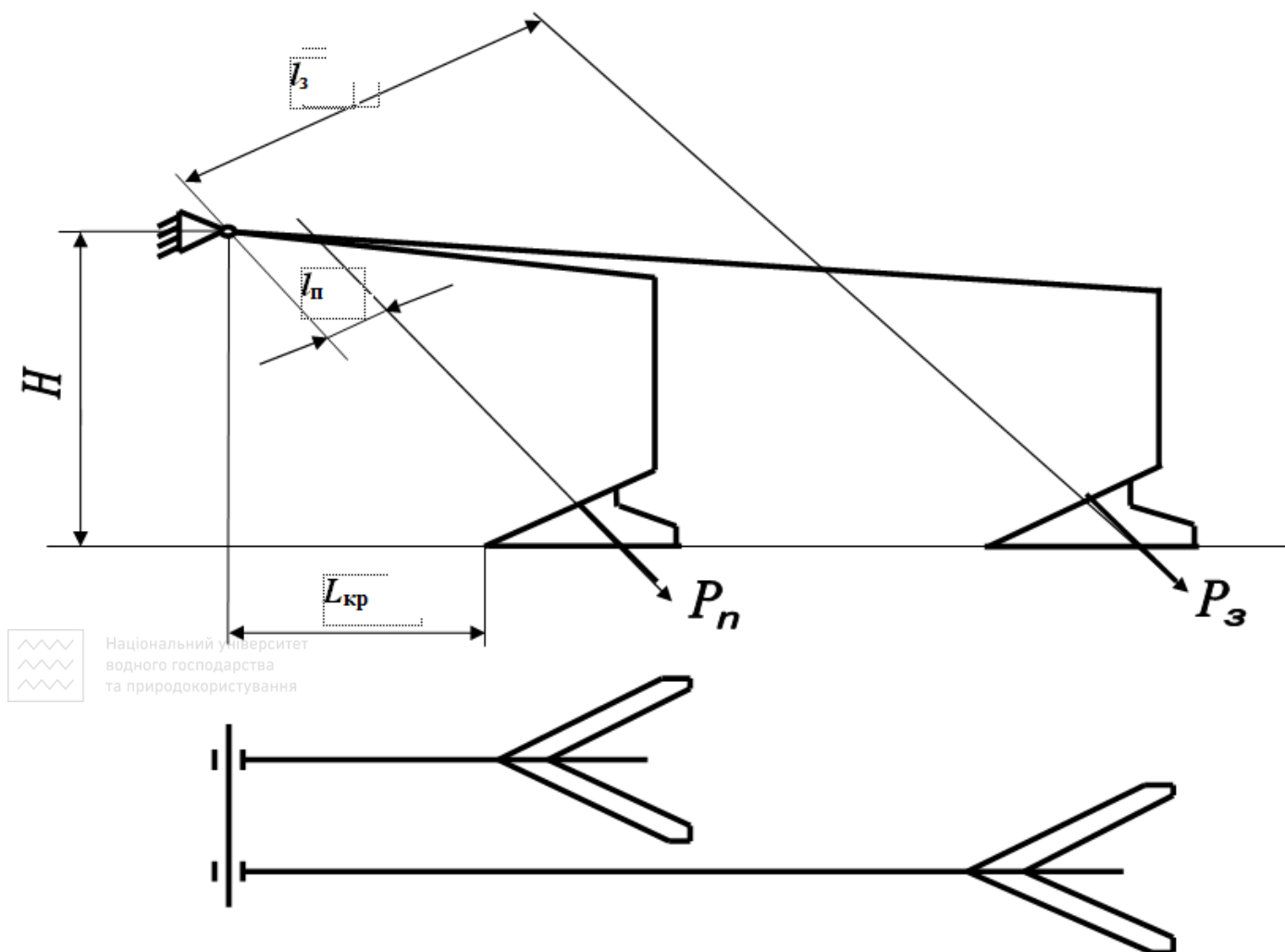


Рис. 5. Схема одношарнірного індивідуально-повідкового кріплення робочих органів до рами: P_n і P_z – рівнодійні сили опору передніх і задніх робочих органів; l_n і l_z – плечі сил P_n і P_z ; H – висота розміщення шарніра кріплення повідка лапи культиватора відносно площини леза лапи; $L_{кр}$ – відстань від носка передньої лапи до шарніра кріплення повідка лапи.

4.3.4. Схема розміщення розпушувальних лап

Основними умовами розміщення розпушувальних лап є забезпечення суцільного розпушування ґрунту на поверхні поля і запобігання забиванню простору між лапами і ґрунтом.

Розпушувальні лапи кріпляться до рами культиватора (по ходу) як в два, так і в три ряди. Відстань між рядами лап, за рекомендацією проф. Жигалова [3], вибирається із умови:

$$L_p \geq L_1, \quad (4.11)$$

де L_p - відстань між рядами лап, мм;

L_1 - зона деформації ґрунту (рис. 2), яка, в свою чергу, визначається із залежності:

$$L_1 = l_0 + a \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi), \quad (4.12)$$

де l_0 - виліт носка лапи, мм;

a - максимальна глибина обробітку, мм;

α - кут встановлення лапи, град.;

φ - кут тертя ґрунту по сталі, град.

Оптимальне значення відстані між рядами лап L_p , як показує практика, при глибині обробітку ґрунту до 20 см знаходиться в межах 480 - 600 мм, а при глибині обробітку до 25 см – 600 - 650 мм.

Вказати, яка відстань між рядами лап L_p приймається.

Розпушувальні лапи в рядах розміщують без перекриття, тому що ширина розпушеного лапою шару ґрунту більша за її конструктивну ширину.

Відстань A між розпушувальними лапами в рядах вибирають за умови, що при дворядному розміщенні розпушувальних лап $2A_1 > A > A_1$, а при трирядному $3A_1 > A > 2A_1$.

Значення A_1 визначається із залежності:

$$A_1 = b + \frac{2a \cdot \operatorname{tg} \frac{\omega}{2}}{\cos(\alpha + \varphi)}, \quad (4.13)$$

де A_1 - ширина розпушеної зони ґрунту на поверхні поля, мм.

b - ширина розпушувальної лапи, мм;

a - максимальна глибина обробітку ґрунту, мм;

α - кут встановлення лапи, град.;

φ - кут тертя ґрунту по сталі, град.;

ω - кут сколювання ґрунту ($\omega \approx 50^\circ$).

Записати прийняте числове значення відстані між лапами в рядах (A) в розрахунково-пояснювальну записку.

4.3.5. Визначення кількості розпушувальних лап

Кількість розпушувальних лап культиватора визначають із залежності:

$$n_p = \frac{B_k}{t}, \quad (4.14)$$

де n_p - кількість розпушувальних лап культиватора, шт.;

B_k - прийнята ширина захвату культиватора, мм;

t - відстань між слідами лап, мм (при дворядному розміщенні розпушувальних лап

$t = A/2$, а при трирядному – $t = A/3$).

4.3.6. Вибір системи кріплення робочих органів до рами культиватора

Система кріплення робочих органів (лап) до рами культиватора повинна забезпечувати при роботі їх стійкий хід на фіксованій глибині обробітку ґрунту.

Застосовують дві системи кріплення - жорстку і шарнірну. Шарнірна, в свою чергу, може бути одношарнірною (радіальною) і багатошарнірною (паралелограмною).

На культиваторах для суцільного обробітку ґрунту широке застосування знайшла одношарнірна система кріплення, а на культиваторах для глибокого розпушування - жорстка.

При одношарнірній системі кріплення стійкість робочих органів на фіксованій гли-

бині досягається за умови:

$$M_{min} = P_n l_n + P_z l_z > 0, \quad (4.15)$$

де M_{min} - момент сил опору, Н·м;

P_n і P_z - рівнодіючі сили опору передніх і задніх робочих органів, Н;

l_n і l_z - відповідні плечі сил P_n і P_z , м.

Для досягнення цієї умови рекомендується приймати відстань від носків передніх лап до проекції шарніра кріплення повідка до рами на площину леза лапи (рис.3) близькою до висоти H розміщення шарніра кріплення повідка відносно площини леза лапи ($H \approx L_{кр}$).

Оптимальні значення цих параметрів, як показує практика, знаходяться в межах 500 - 600 мм. При цьому бажано, щоб значення H було, по можливості, найменшим, а $L_{кр}$ - найбільшим. Значення H обмежується прохідністю культиватора.

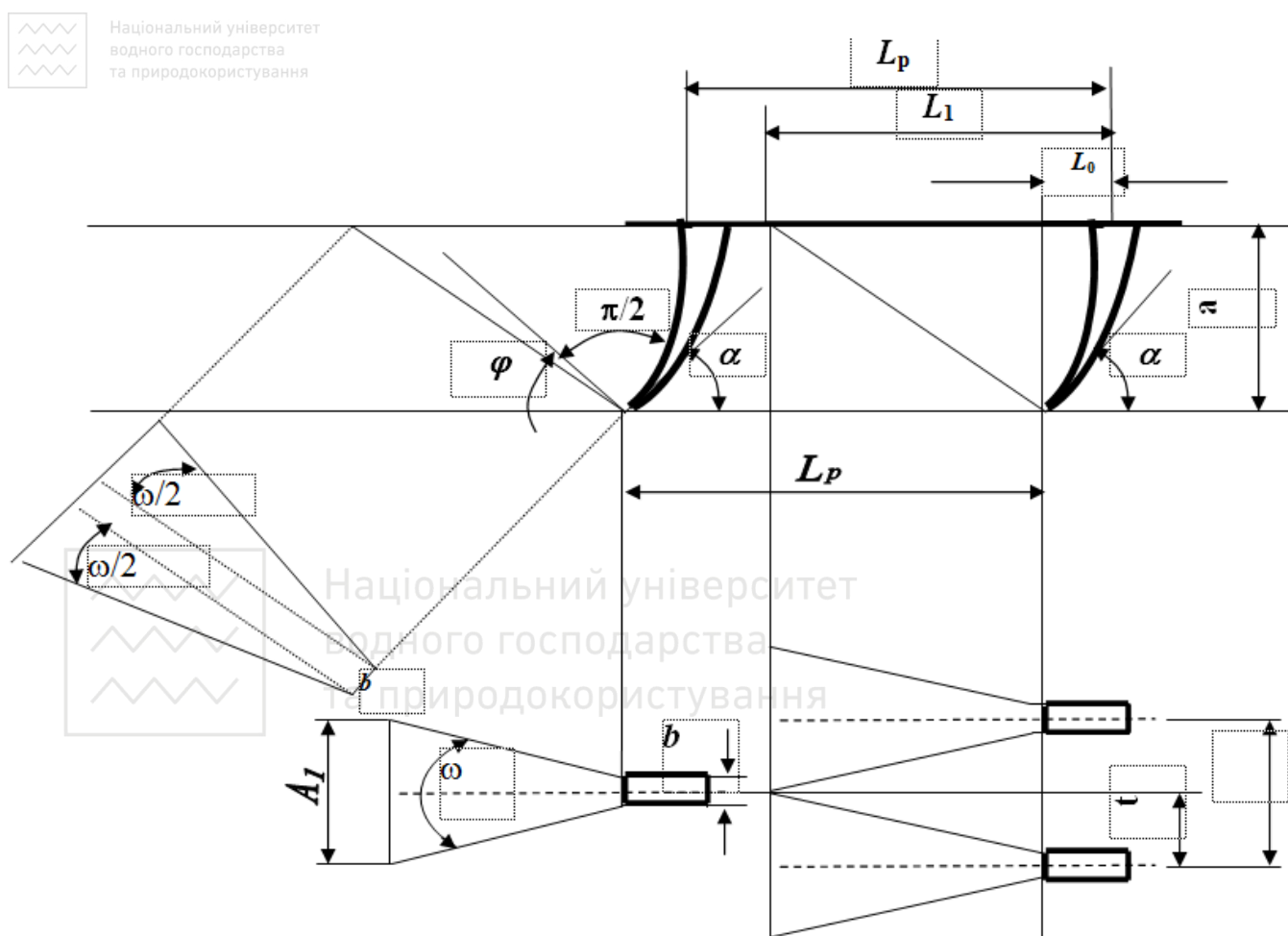


Рис. 6. Схема розміщення розпушувальних лап: a - максимальна глибина обробітку; l_0 - виліт носка лапи; b - ширина лапи; A - відстань між лапами в ряду; A_1 - ширина зони деформації ґрунту; L_p - відстань між рядами лап; φ - кут тертя; ω - кут сколювання ґрунту; α - кут встановлення лапи; L_1 - довжина зони деформації ґрунту; t - відстань між слідами лап.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Войтюк Д.Г. Сільськогосподарські машини: основи теорії та розрахунку: Навч. посіб./ Д.Г.Войтюк, С.С.Яцун, М.Я.Довжик; За ред. Д.Г. Войтюка. Суми: Університетська книга, 2008.- 544 с.: іл.
2. Войтюк Д.Г. (ред.) Сільськогосподарські та меліоративні машини. Підручник / Д.Г. Войтюк, В.О. Дубровін, Т.Д. Іщенко та ін.; За ред. Д.Г. Войтюка. К.: Вища освіта, 2004. 544 с.; іл.
3. Войтюк Д.Г., Гаврилюк Г.Р. Сільськогосподарські машини: Підручник. - Київ: Каравела, 2004. - 552с.; іл.
4. Войтюк Д.Г., Яцун С.С., Довжик М.Я. Сільськогосподарські машини: основи теорії та розрахунку: Навч. посіб./За ред. Д.Г. Войтюка. - Суми: Університетська книга, 2008. - 543с.; іл.
5. Гапоненко В. С, Войтюк Д. Г., Дідейко М. К. Сільськогосподарські машини і основи експлуатації машинно-тракторного парку. К., “Вища школа”, 1975.
6. Демчак І.М., Полешук А.О., Кисляченко М.Ф., Кононенко В.В. Нормативи повної енергомісткості ресурсів для вирощування основних сільськогосподарських культур. - Київ:НДІ " Укراгропромпродуктивність, 2011. – 160с.
7. Мелиоративные и строительные машины /Б.А. Васильев, И.И. Мер, Г.Т. Прудников, Г.А. Рябов. - 3-е изд., перераб. и доп.- М.: Агропромиздат, 1986.- 431 с.: ил.
8. Нестеренко В. П. Гідравліка, гідро- і пневмоприводи : навч. посіб. / В. П. Нестеренко. – Рівне : НУВГП, 2012. – 331 с.
9. Пивовар В.С., Вітвіцький В.В., Кукса Л.В., Кисляченко М.Ф., Гнатюк Г.П. та ін. Методичні положення та норми продуктивності і витрати палива на збиранні сільськогосподарських культур. - Київ:НДІ "Украгропромпродуктивність", 2013. - 264с.
10. Сиротюк В.М. Машини та обладнання для тваринництва: Навч. посібник. - Львів: Магнолія плюс, 2004. - 200с.
11. Сиротинський О.А., Дмишук М.Д. Механізація лісового і сільського господарства.: Лабораторний практикум. (За редакцією О.А. Сиротинського) Частина I (Механізація сільського господарства). Навчальний посібник. Березне: Надслучанський інститут, 2007.- 250 с.: іл.
12. Методичні вказівки для виконання лабораторної роботи „Автомобілі” для студентів спеціальностей: 7.092602, 7.092103, 7.092112, 6.092104, 6.092104 та 7.092102 / Кристопчук М.Є. - Рівне: РДТУ, 2000, 16 с.
13. Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи „Гусеничні трактори” для студентів спеціальностей 7.090214, 7.090228, 6.090220 /О.Л. Романовський, Д.І. Процик, - Рівне: РДТУ, 2000, 10 с.

ДОДАТКИ

1. Питомий опір ґрунту залежно від виду і глибини обробітку

Вид обробітку і тип робочих органів	Глибина обробітку a , см.	Питомий опір k , кН/м
Культивація міжрядь і обробіток парів полівальними лапами	7 - 8	1,0 - 1,3
	10 - 12	1,1 - 1,7
	13 - 16	1,8 - 2,7
Культивація широкозахватними плоскорізальними лапами	7 - 8	0,8 - 1,0
	10 - 12	0,9 - 1,4
	13 - 16	1,5 - 2,2
Глибоке розпушування вузькозахват- ними розпушувальними лапами на жо- рстких стояках	14 - 16	3,0 - 3,3
	18 - 20	3,3 - 4,8
	21 - 23	5,0 - 5,5
	24 - 25	5,5 - 6,5
Поверхневий обробіток ґрунту: розпушувальними лапами на пружин- них стояках штанговими культиватора- ми важкими боронами середніми боронами легкими боронами	10 - 12	1,8 - 2,0
	8 - 10	1,8 - 2,3
	6 - 8	0,4 - 0,8
	5 - 7	0,2 - 0,4
	4 - 6	0,1 - 0,4

2. Тягове зусилля тракторів залежно від швидкості руху

Клас трактора	Швидкість руху, м/с	Максимальне тягове зусилля, кН
1,4	2,2	14,0
	2,8	11,5
2,0	2,2	19,0
	2,8	14,5
3,0	2,2	30,0
	2,8	29,1
5,0	2,2	50,0